TD-1001a

Temperature Sensor Instruction Manual

温度センサ取扱説明書

OKAZAKI
株式会社 岡崎製作所

2013/08/12 Rev.0.4

株式会社岡崎製作所
〒651-0087
神戸市中央区御幸通 3 丁目 1-3
TEL：078-251-8200
http://www.okazaki-mfg.com/indexj.html
E-mail：jp-sales@okazaki-mfg.com

注記：1．本書および取扱説明書に記載した内容は予告無しに変更することがあります。
2．本書および取扱説明書は細心の注意を払い作成しましたが、万一不備な点や誤り、記載漏れ等お気づきの点がありましたら、弊社までお知らせください。

制作・管理：本社工場技術部/東京技術部
備考：両面コピー対応版

目次

１．ご使用の前に ・・・

9.2 補償導線の識別色（カラーコード） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・26
9.3 熱電対の許容差 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・27
9.4 測温抵抗体規準抵抗値表 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
9.5 測温抵抗体の許容差 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
9.6 主に適用される規格一覧 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
１０．営業部門問い合わせ先 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・30

１．　ご使用の前に

1.1　安全上のご注意

ご使用開始の前に、この「安全上のご注意」と次に続く「取扱説明書」を熟読し、ご理解された後に正しくお使いください。以下に示す注意事項は温度センサを取り扱う、あなたおよび周りの人への危害や損害を未然に防ぐためのものです。万が一誤った取扱や操作を行った場合に予測される内容を、次の２つのレベルに区分し記載しています。

警　告	注　意
誤った取扱をすると、人が死亡または重傷を負う可能性がある場合。	誤った取扱をすると、人が中程度、または軽傷を負う可能性がある場合。または物的損害のみの発生が想定される場合。

尚、注意に記載した事項でも、状況によっては重大な事故に結びつく可能性もあります。いずれも、安全上必要な事ばかりです。必ずお守りください。

上記文中にある「重傷」、「軽傷」および「物的損害」とは次の意味を示します。

表現	意味
重傷	失明、けが、火傷（高温・低温）、感電、骨折等により後遺症が残るもの、および治療のため長期の入院や通院を必要とする傷害。
軽傷	治療のために長期の入院や通院を必要としない程度のけが、火傷（高温・低温）、感電等の傷害。
物的損害	財産の破損、および設備機器の損傷に関わる直接的、間接的な損害。

■取り付ける場合

警告	温度センサのケーブルを電源端子に接続しないこと。

温度センサのケーブル（補償導線、延長導線）は、必ず受信計器の端子に接続してください。誤って電源に接続すると温度センサやケーブルが発熱し、高温となり火傷や火災あるいは爆発の原因となります。

警告	温度センサを乱暴に取り扱わないこと。

温度センサはその形式によっては相当な重量があります。乱暴に扱い設置場所から落下させると人体に損傷を与えます。また、測温抵抗体は内部に極細の白金線が組み込まれているため、極めて繊細です。放り投げたり、落下させることによる衝撃が原因で正確な温度測定が出来なくなります。また、磁器碍子や磁器保護管を有した製品は極めてもろいため特に取り扱いには十分な注意が必要です。

警告	危険場所に設置する温度センサは周囲温度 60℃以上の場所には設置しないこと。

危険場所に設置する温度センサは、周囲温度60℃未満の場所での設置を前提として検定合格をしています。安全確保のために設置場所の周囲温度を確認ください。

警告	導線接続後、端子箱の蓋は確実に締めること。

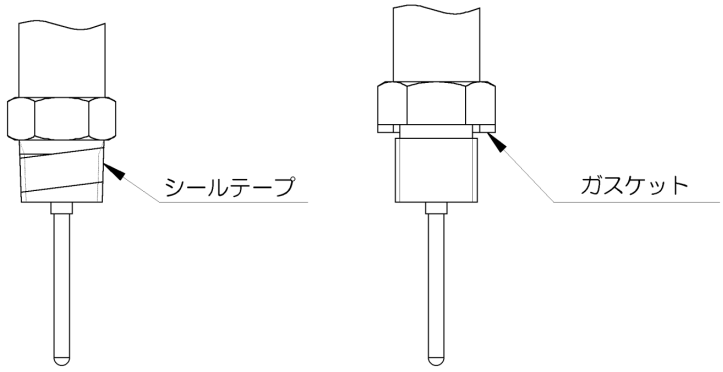
導線接続後、パッキングの装着を確認した後、端子箱の蓋を確実に締めてほこりや雨水の浸入を防いでください。特に、防爆形の場合は防爆性能を損ないますから、規定の工具がある場合は、それを用い締めてください。一般型の端子箱の蓋は、蓋の上部にある突起にドライバーをかけて、締め付けてください。締め付けは、手で時計方向に締め付けた後、1/6から1/4回転工具を用いて時計方向に増し締めを行ってください。ほこりや雨水が浸入すると製品性能を発揮出来ないことがあります。

注意	ネジおよびフランジ接続は確実に。

温度センサを装置等に取り付ける場合、取り合いはネジまたはフランジとなります。

ネジの場合はテーパーネジにはシールテープまたはシール剤を用い、平行ネジの場合にはガスケットを用い、必ずスパナを用いて締め付けてください。フランジの場合は必ず指定されたガスケットを用い、均等にボルトを締めてください。気密性を要求する場合は、締め付け後気密検査を実施してください。

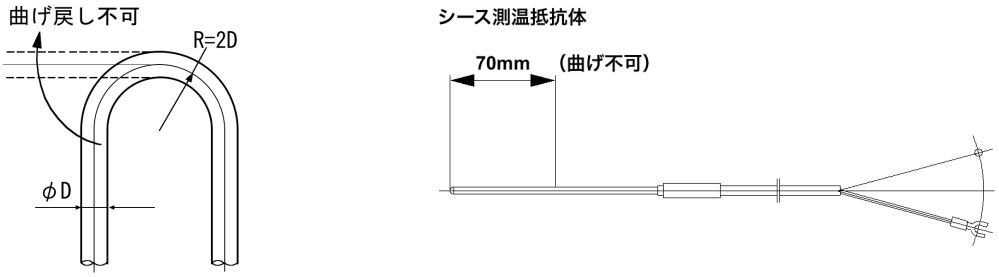
保護管へのセンサのねじ込み部分は、現地で必ず増し締めを行ってください。



注意	シース形温度センサの、曲げる箇所と曲げ半径に注意。

シース形温度センサはその外径の2倍の半径まで曲げ加工可能ですが、戻すと破損します。現地で加工する場合は5倍以上の半径で曲げてください。

シース測温抵抗体の先端部には抵抗素子が入っていますので、先端から70mmは絶対に曲げないでください。また、素子の入っている部分の表面に凹み等の変形を生じる様な外力は絶対に与えないでください。



シース熱電対の場合は先端から5mm以内(シース外径φD≦3.2)は絶対に曲げないでください。また、その部分には表面に凹み等の変形を生じる様な外力は絶対に与えないでください。先端加工時の熱影響により、割れが生じる恐れがあり、曲げる方向によっては素線が断線する恐れがあります。

注意	端子部およびリード線との接続部は、80℃以上の高温にさらさないこと。

温度センサと導線との接続箇所は、高温にさらされると絶縁抵抗が低下したり、誤差を生じることがあります。高温用の指定がない製品の端子部およびリード線との接続箇所は、80℃以下になるようにしてください。

注意	端子への導線接続時に極性確認を確実に。

温度センサの端子へ導線を接続する際は極性を十分確認の上、行ってください。極性を間違えて接続すると、大きな誤差が生じ、正しい温度計測が出来ません。特に規格により補償導線の色別は異なりますから注意が必要です。

■保守・点検の場合

警告	危険場所に設置された端子箱の蓋を、運転中に開くことを禁止。

運転中には引火の可能性があり、危険です。

警告	プラント稼働時の点検には、絶縁抵抗計の使用禁止。

プラント稼働時には爆発性ガスが漏洩する恐れがあります。従って、温度センサの機能確認のために、絶縁抵抗計は使用しないでください。高電圧を印加する絶縁抵抗計は計測時に火花を生じる可能性があり、爆発性ガスの点火源となりかねません。

警告	危険場所に設置する温度センサは、現地での分解・修理は行わないこと。

危険場所に設置する耐圧防爆形温度センサは、国家の検定を受けた構造で製造しているため、認定された製造工場以外での分解・修理等は安全確保のために認められていません。必ずメーカーに返送して、修理を行うようにしてください。現地での改造・修理は絶対に行わないでください。

警告	保守・点検・交換時は運転停止と常温・常圧を確認すること。

温度センサの設置場所は高温・高圧となっている場所が多いため、運転中や運転停止後すぐに点検作業を始めることは極めて危険です。点検・交換作業は運転停止を確認し、温度・圧力が周囲と同一になってから行ってください。

注意	温度センサの感温部を安易に触らないこと。

温度センサは高温や低温測定で使用されます。従って、測定個所から点検のために温度センサを引き抜いた場合、温度センサは高温または低温になっている事があります。素手で触ると火傷や凍傷を負うことがありますので注意が必要です。温度が常温近傍になるまで触れないでください。

注意	リード線付き温度センサのリード線部分を無理に引っ張らないこと。

リード線付きの温度センサのリード線を無理に引っ張ると、接続部分が断線するおそれがあります。フレキシブルチューブで保護されている場合は、かみ合わせ部分が外れる場合もあります。

注意	温度センサを足場にしないこと。

プラントや装置に取り付けられた温度センサを、点検等の作業時に足場として使用しないでください。温度センサには機械的強度はありませんので、折損や導線の断線事故につながる恐れがあります。

■保管の場合

注意	温度センサは乾燥した清浄な場所で保管すること。

温度センサを保管する際、湿度の高い場所では絶縁抵抗が低下することがあります。必ず、乾燥した清浄な場所に保管してください。

■廃棄する場合

注意	不要になった温度センサは産業廃棄物として処理すること。

不要になった温度センサを破棄する際、産業廃棄物として処理してください。処理が困難な場合は都道府県知事の認可を受けた、産業廃棄物処理業者に処理を委託してください。

1.2 故障した場合

万が一、機器が故障した場合、下記および最寄りの支店にお問い合わせください。

製造・販売元：株式会社岡崎製作所

本社　〒651-0087　神戸市中央区御幸通 3-1-3
電話：078-251-8200　FAX：078-251-8210

東京支店　〒103-0016　東京都中央区日本橋小網町 18-3
電話：03-5641-0200　FAX：03-5641-9100

本社工場　〒651-2241　兵庫県神戸市西区室谷 1-2-4
電話：078-991-5567　FAX：078-991-6800

E-mail：jp-sales@okazaki-mfg.com

２．　はじめに

この度は、弊社の温度センサを採用していただきまして、誠にありがとうございます。

弊社の温度センサは長年の経験と技術を基に、厳しい品質管理体制の下で製造・検査されています。しかし、これらを長期間にわたってお使いいただくためには、いくつかの注意事項を守る必要があります。

この取扱説明書には、ご使用の際に最低必要とされる事柄が記載してあります。初めて温度センサを使用される方は、第３章「 温度センサ概説」からお読みください。温度センサの作動原理やどの様に使用されるかを簡単に説明してあります。

すでに使用経験のある場合は、第４章「 取付ける前に」および第５章 「取付ける際に」を読み、設置前の点検を十分におこなってください。

温度センサはその仕様によっては、繊細な構造の部分をもっています。設置されるまで注意深く取り扱ってください。

３． 温度センサ概説

3.1 温度センサの種類

一般に工業用として多く使用される温度センサは、接触式温度計では熱電対、測温抵抗体および膨張式温度計、非接触式では放射温度計に大別されます。これらのセンサのうち、弊社の主力製品であり、工業分野で最も多く使用されている熱電対と測温抵抗体の2種類について記載します。

これらのセンサが工業用に広く使用されている理由は、棒状水銀温度計やバイメタル式温度計と異なり、出力を伝送可能な電気信号として外部に取りだす事が出来るからです。また、熱電対は一つのセンサで広い温度レンジの測定が可能であり、測温抵抗体は工業用としては高精度での温度測定が可能であることも、広く使用される理由になっています。

放射温度計は非接触測定であるため、直接温度センサを接触させて測定できない物の温度管理に利用されています。例えば、鉄鋼における連続製鋼ラインでの鋼板表面温度や、フィルム状の製品の温度管理等です。

現在の製造産業、特に鉄鋼や石油化学、およびエネルギー関連産業である電力やガス等の製造プラントにおいて、それらの運転は様々なセンサからの電気信号を利用して、各種操作部が制御される様になっています。その信号の多くはDC4～20mAの統一信号で伝送されるケースが増えており、温度センサにも端子箱に変換器を内蔵して、温度伝送器としたものが増えてきています。弊社製品にも温度変換器を内蔵した温度伝送器が熱電対および測温抵抗体用に用意されております。

3.2 熱電対の測定原理

熱電対の理論は図-1の回路を基本としています。熱電対とは2種類の異なった金属の導線A,Bの両端を接続して閉回路を構成した時、その両端に温度差T1,T2を与えるとその回路に電流が流れる現象を利用したものです。

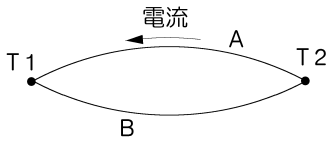


図-１　熱電対の原理

実際に使用する際は、片側を温度を測定する箇所に設置し、他端を計測器に接続することで発生した電流を電圧として測定し温度に換算します。

通常は温度差によって発生する電圧、専門的な呼び方では熱起電力　(Thermoelectromotive force) のわかっている2種の金属線の組合せで熱電対を構成します。クロメル-アルメルはもっとも有名な2種類の合金線の組合せで、以前はその頭文字からCA熱電対と呼ばれていました。現在はK熱電対と呼ばれています。

温度を測定する側の接点を測温接点 (Measuring junction) または熱接点 (Hot Junction) と呼び、反対側を基準接点 (Reference junction) と呼びます。一般的には基準接点を0℃に保ち、測定する側との温度差による熱起電力を測定します。この場合は基準接点を冷接点 (Cold junction) ともいいます。この基準接点を0℃として、温度と熱起電力の関係をあらわした表を規準熱起電力表といい、JISをはじめとしてIECやASTM等の規格に規定されています。以前は各国の規格で規準熱起電力は異なっていましたが、現在は同一の規準熱起電力表を採用しています。第９章「参考資料」にその規準熱起電力表 (JIS, IEC & ASTM) を掲載しました。工業用の計器では、図-2の電気的に基準接点を補償した回路を採用しています。

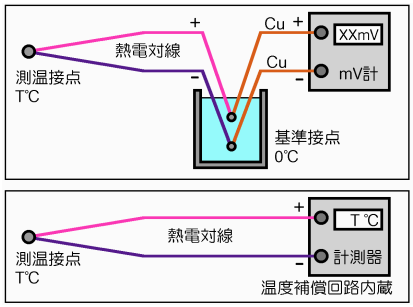


図-２　熱電対の回路

3.3 熱電対の種類

工業用に多く使用される熱電対は規格化され、日本ではJIS C 1602、国際規格はIEC 60584、米国規格はASTM E 230にそれぞれ制定されています。表-１に規格化された熱電対の種類と特徴を記載します。

表-１ 熱電対の種類と特徴

種類	構成材料		特徴
B	＋	Pt-30Rh	870℃～1700℃までの酸化性または不活性雰囲気に適する。真空中では短時間。還元性雰囲気や金属蒸気を含む雰囲気は不適。常温での熱起電力が小さいので補償導線は銅導線で可。
	－	Pt-6Rh	
R	＋	Pt-13Rh	0℃～1480℃までの酸化性または不活性雰囲気に適する。還元性雰囲気や金属蒸気を含む雰囲気は不適。白金系の熱電対は直接金属保護管の中に挿入して使用してはならない。そのため、製品としてNCF600シースタイプのR熱電対は存在するが、1000℃以上では寿命が極めて短い。
	－	Pt	
S	＋	Pt-10Rh	
	－	Pt	
N	＋	Ni-14.2Cr-1.4Si	K熱電対の欠点を取り除くために開発された。Siを+/-両側の線で増加させ更に+側のCr量を増加し高温での耐酸化性を改善し、かつショートレンジオーダリング特性を減少させた。
	－	Ni-4.4Si-0.15Mg	
K	＋	Ni-10Cr	-200℃～1260℃までの酸化性または不活性雰囲気に適する。還元性の雰囲気には適さず条件によってはグリーンロット腐食を生じ極めて短時間で熱起電力の大幅な低下を引き起こす。Niを主成分とするため硫黄を含む雰囲気には適さない。250℃～600℃の温度域でショートレンジオーダリング(SRO)という、可逆的なEMFの増加を起こすため、挿入深さを変えたり、使用後に校正を行う際は十分な注意が必要である。
	－	Ni-2Al-2Mn-1Si	
E	＋	Ni-10Cr	-200℃～900℃までの酸化性または不活性雰囲気に適する。還元性の雰囲気には適さない。0℃以下の温度測定にも適する。
	－	Cu-45Ni	
J	＋	99.5Fe	0℃～760℃までの真空・酸化性・還元性および不活性雰囲気に適する。540℃以上では+側のFeの酸化が速まるため太い線を使用する必要がある。0℃以下での使用は不適。
	－	Cu-45Ni	
T	＋	Cu	-200℃～370℃までの酸化性・還元性および不活性雰囲気に適する。0℃以下の温度測定に適する。上限温度はCuの酸化による。
	－	Cu-45Ni	

3.4 測温抵抗体の測定原理

測温抵抗体とは、金属や半導体等の電気抵抗値が温度によって変化する特性を利用したものです。金属の場合は白金やニッケルあるいは銅が使用され、温度が上昇すると抵抗値が増加する特性を利用します。

工業用としては使用温度範囲が広く、抵抗温度係数が大きい白金測温抵抗体が最も広く利用されています。代表的な温度-抵抗値の特性を図-３に示します。半導体を用いて抵抗変化を温度として測定するものにサーミスタがあります。1℃あたりの抵抗値変化が大きいため、広い温度範囲では使用出来ません。工業用にはあまり使用されず民生用に多く使用されています。抵抗変化はそのままでは出力されませんので、抵抗値の測定にはブリッジを用いた抵抗値測定法、あるいは定電流源を用いて、抵抗の変化を電圧の変化に置き換える電位差法が使用されます。

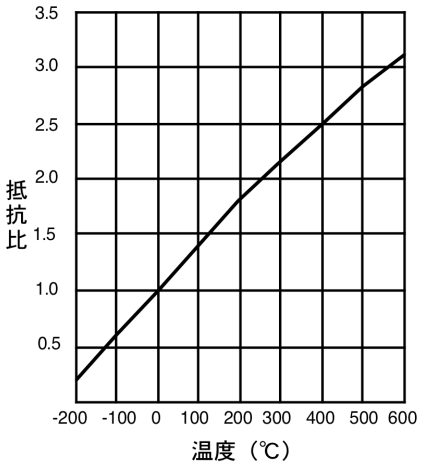


図-３ 白金線の温度特性

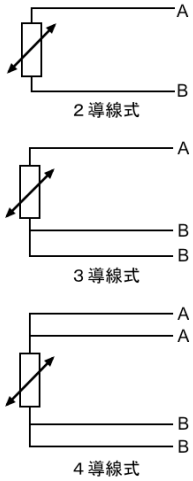


図-４　結線方式

抵抗測定の際の導線の結線方法には図-4の3通りがあります。結線図に対応して上から順番に以下のような特徴があります。

2導線式: この接続は導線抵抗を補償できないため、導線が短い場合のみ精度よく測定できます。高抵抗の測温抵抗体以外では使用されません。

3導線式: この接続は導線抵抗の影響を無視できます。但し、導線抵抗3本のばらつきが精度に悪影響を与えるため長距離を伝送する場合注意が必要です。一般的に工業用として最も多く使用されます。

4導線式: この接続は導線抵抗が悪影響を及ぼさないため高精度の測定か標準で使用されます。一般的には定電流を用い、電位差により抵抗を測定します。

なお、JIS（1997年版）ではA:赤、B:白色ですが、IEC規格ではA:白、B:赤となります。

3.5　測温抵抗体の種類

工業用に広く使用されている測温抵抗体は白金測温抵抗体で、日本ではJIS　C1604に規定されています。1997年の改正で国際規格に整合されたPt100のみとなり、日本独自の規格であるJPt100は廃止されました。但し、当分の間は補用品として供給いたします。両者の100℃と0℃における抵抗値の比(R100/R0)が表-2の様に異なるため互換性はありません。第９章「参考資料」に規準抵抗値表を掲載しました。

表-2　　白金測温抵抗体の種類

種類	R100/R0
Pt100	1.3851
JPt100	1.3916

他の国々における測温抵抗体の多くはIECに規格を整合しています。英国、独国の規格内容はIEC 60751と全く同一です。米国はASTM E 1371に規格がありますが、抵抗値特性はIEC規格と同一で、許容差は異なります。

略称

JIS : JAPANESE　INDUSTRIAL　STANDARDS　(日本工業規格)

IEC : INTERNATIONAL　ELECTROTECHNICAL　COMIMISSION

ASTM : AMERICAN　SOCIETY　FOR　TESTING　AND　MATERIALS

４.　取付ける前に

4.1　開梱してから製品をチェックする事項

弊社の温度センサは十分な品質管理の下に生産され、社内検査に合格したものが出荷されています。出荷しましたパッケージには次のものが入っています。

（１）パッケージ内　　：　温度センサ
　　付属品
　　検査成績表または合格証

（２）パッケージ外貼付：　送品案内

送品案内通りの物であることをチェックしてください。さらに、数量および外観のチェックを行い、数量の不足および製品に損傷がないかをご確認ください。また製品銘板には温度センサの種類が記載さ

れていますので、発注されたものと同一のものかご確認ください。

4.2 温度センサを保管する場合の注意点

温度センサをすぐに使用しないで、1週間以上保管する場合は次のことに気を付けてください。

（1）保管前及び使用開始前には、導通および絶縁抵抗をチェックしてください。チェック方法は 4.3「導通の測り方」と4.4「絶縁抵抗の測り方」に従ってください。(接地形の熱電対、碍子式で保護管の無い場合および素子や素線単体の場合は除きます)

（2）絶縁抵抗の低下を引き起こす可能性の高い、塵埃や湿気の高い箇所は避けて、屋内の比較的乾燥した場所に保管してください。

（3）1ヶ月以上の保管となる場合、端子箱部はポリエチレン袋にいれシリカゲルを同封し、密封包装を行ってください。またシリカゲルの交換は1年毎に行ってください。

（4）機械的振動や衝撃を与えたり、落したりしないでください。

4.3 導通の測り方

温度センサの出力端子間をテスターでチェックしてください。基本的には導通があれば使用できます。テスターを抵抗(Ω)測定レンジにセットしてください。アナログ式、デジタル式のどちらもある程度の抵抗値を指示すれば使用可能です。無限大の値やかなり高めの値(数100kΩ)を指示する場合は、断線している可能性が高いため、弊社代理店または営業所に連絡の上ご返送ください。

温度センサの導通チェックに使用する端子は

（1）熱電対の場合

補償導線付: 赤、白間（熱電対の種類や規格によって色別されています。表-8を参照ください。）

端子箱付: ＋、－ 間

より正確に判定する場合は、表-３と比較してください。

表-３ 熱電対の場合の往復抵抗値（Ω/m 25℃での参考値）

素線径	シース径	N	K	E	J	T	R
-	0.25	-	944.3	-	-	-	-
-	0.5	-	242.4	-	-	-	-
-	1.0	61	60.1	76.3	40.0	33	-
-	1.6	24.2	23.5	29.8	15.6	12.9	-
0.32	-	-	12.5	15	7.3	6.3	-
0.5	-	-	-	-	-	-	1.5
-	3.2	6.8	5.92	7.45	3.84	3.22	-
0.65	-	-	3.0	3.6	1.8	1.5	-
0.8	4.8	3.1	2.63	3.31	1.71	1.43	-
1.0	6.4	1.8	1.6	1.97	1.05	0.84	-
-	8.0-	1.0	1.03	1.26	0.67	0.54	-
1.6	-	-	0.5	0.6	0.3	0.25	-
2.3	-	-	0.24	0.29	0.14	0.12	-
3.2	-	-	0.12	0.15	0.07	0.06	-

備考：上記の値はシース部分のみの抵抗値であるため、チェックする上での参考値と考えてください。温度センサの構造により、導線部分の抵抗値が異なりますので、上記の値に対し若干大きい値になることがあります。また、補償導線の場合は種類が多いため記載できませんので省略しています。

（2）測温抵抗体の場合

延長導線付：赤、白および白、白間（IEC規格品では赤、白および赤、赤間）

端子箱付：A,BおよびB,B間（4導線式ではA,A間も測定）

表−4　測温抵抗体(Pt100Ω)の場合の往復抵抗値(25℃での参考値)

測定箇所	抵抗値
A,B 間または赤、白間	106～112Ω
※B,B 間または白、白（または赤、赤）間	0.1～5Ω

備考:※印はシース外径φ2.3 以下のものには適用出来ません。

4.4 絶縁抵抗の測り方

温度センサの出力端子と本体の間を図-5の様に絶縁抵抗計(メガー)でチェックしてください。但し、温度センサの種類やシース、保護管の外径により使用できる絶縁抵抗計の定格電圧が異なります。**もし不適当な定格の電圧を印加しますと絶縁が破壊され、故障の原因となることがありますので注意が必要です。温度センサに印加可能な定格電圧は表５、６に示したとおりです。**出来る限り、低めの印加電圧でのチェックをお勧めします。

温度センサ全体が室温状態において、定格電圧で測定した絶縁抵抗値が以下の値以上で製品を出荷しています。

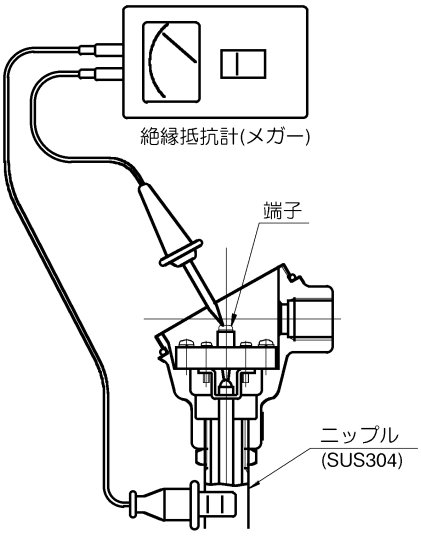
表−5　熱電対に印加可能な定格電圧と絶縁抵抗値（受渡検査）

(JISC1602,C1605-1995：※印は社内規格)

熱電対種類/シース外径		絶縁抵抗/印加電圧
保護管付き熱電対		10MΩ/500VDC
シース形	φ0.1≦外径≦φ0.15※	1MΩ/3VDC
	φ0.15＜外径＜φ0.5※	5MΩ/50VDC
	φ0.5≦外径≦φ2.0	20MΩ/100VDC
	φ2.0＜外径	100MΩ/500VDC

表−6　測温抵抗体に印加可能な定格電圧と絶縁抵抗値（受渡検査）（JISC1604-1997）

測温抵抗体種類/シース外径	絶縁抵抗/印加電圧
保護管付き測温抵抗体	100MΩ/100VDC
シース形（φ0.8≦外径≦φ12.75）	



図−5　絶縁抵抗の測り方

上記の値は製品出荷時の値で、一般に受渡検査時に適用される値です。出荷後、長期間経過した場合は設置箇所の影響や絶縁材の経時的な劣化が原因で絶縁抵抗が低下する場合がありますが、熱電対・測温抵体共に、数100kΩあれば性能に悪影響は与えません。

（http://www.okazaki-mfg.com/faq/faq-j-tc.html ）

但し、点検時に1MΩを下回る様な場合は、ノイズの影響等も受けやすくなるため、早めの交換をお勧めします。

５．　取付ける際に

安全上の注意の項で述べましたように、危険場所への設置の際は必ず、耐圧防爆検定合格を受けた製品をご使用ください。

また、配線の際は必ず、高電圧線から離れた場所に配線するよう注意してください。近傍に配線すると、誤差や破損の原因になることがあります。

5.1　取付ける場所

工業用に使用される温度センサは、各種製造プラントの運転に際し温度測定を必要とされる箇所に設置されます。しかし、温度センサを取付ける場所として次の条件の箇所は不適当ですので絶対に避けてください。

（1）近くに高温の熱源があり、端子箱または接続部(スリーブ)が常時80℃以上になる箇所。但し、防爆形の温度センサは周囲温度60℃以下に制限されていますので、注意が必要です。

（2）近くに高電圧の電源があり、漏電等で温度センサに高電圧のかかる恐れのある箇所。

（3）端子箱のない温度センサで、接続部(スリーブ)が屋外の雨水や散水等にさらされる箇所。

（4）作業員の通路となりうる箇所または近傍で、誤って踏台として使用されたり、衝撃を受ける恐れのある箇所。

その他、シース部分は応力が残留しやすく、塩素イオンを含む腐食環境においては応力腐食割れを起こしやすくなりますので、使用温度や使用環境に注意が必要です。

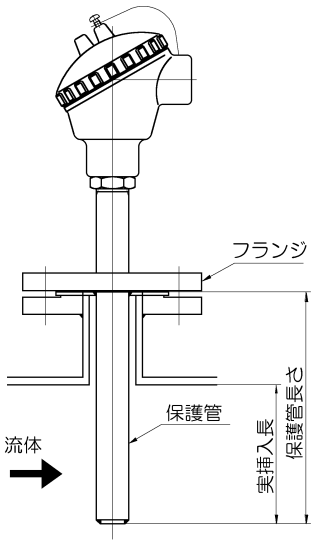
また、石油化学やガス製造プラント等では、危険場所に設置する場合があります。その場合は、その危険場所にあった等級の、防爆形温度センサをご使用ください。耐圧防爆形および本質安全防爆形の2種類あります。防爆形温度センサについては8.3章を参照ください。

5.2　正確な温度測定のために

温度を正確に測定するためには、温度センサを測定したい対象と熱的に平衡状態にする必要があります。そのために周囲からの熱伝達や熱伝導の影響を受け難いように、温度センサを設置しなければなりません。測定する対象によって以下の点に注意してください。

（1）配管またはタンクの中の流体温度測定

保護管の実挿入長が短いと、周囲からの熱影響を受け誤差が生じます。流体の種類、密度、流速によって必要な挿入長さは異なりますので、表-7の数値を最短の目安としてそれ以上の長さとなるように設置してください。配管外径が小さい場合は、保護管を流れの上流方向に傾けて設置、エルボウ部分へ設置、あるいは測定部の配管サイズを大きくしてください。



図−6　実挿入長さ

表−7　最低必要な挿入長さの目安

流体の種類	熱電対	測温抵抗体
液体	保護管外径の5倍以上	保護管外径の5倍以上＋50㎜
気体	保護管外径の10倍以上	保護管外径の10倍以上＋50㎜

尚、使用条件（温度・圧力・流速等）と保護管の関係（材質・挿入長さ、外径、肉厚等）を別途計算し、仕様の可否を検討する必要が生じる場合もあります。

（２）固体表面温度測定

測定しようとする固体の表面に、温度センサを密着させます。この際、周囲からの熱影響を避けるため出来る限り長く（シース形の場合、外径の15倍程度以上）、温度センサを対象物体に沿わせます。周囲が高温の場合には、輻射熱の影響を避けるため測温部に断熱カバーを取付けます。理想的に表面温度を測定するには固体表面に、センサのサイズ・形状に合わせた溝を掘り、温度センサを埋めこみます。

（３）炉内温度測定

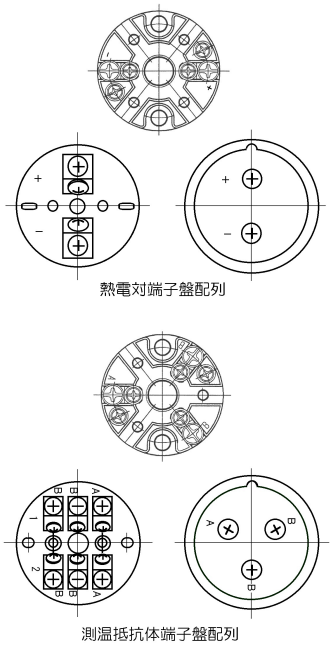
高温ガスの温度を正確に測定するためには、十分な挿入長さが必要です。また雰囲気ガスの影響により素線が劣化し易くなるため、保護管材料の選定やパージガスを採用する等の配慮が必要になります。挿入長さは保護管外径の10から15倍以上必要とされています。

5.3 外部配線を接続する際の注意点

温度センサを測定したい箇所に設置したあとは、その信号を受信器に伝えるために外部導線を接続します。この場合、熱電対と測温抵抗体では接続する導線の種類が異なりますから注意が必要です。

（１）熱電対

外部導線は熱電対の種類に応じた補償導線を用います。異なった種類の補償導線を用いると大きな誤差を生じますから特に注意が必要です。種類により補償導線の被覆の色が異なりますが、JIS, ASTMおよびIEC等の規格により色の規定が異なります。また、+/−の接続違いも誤差を生じる原因になります。接続部は温度が80℃以下であることを確認してください。補償導線の通常の補償温度範囲は100℃程度ですから、高温部で接続しますと誤差を生じます。また絶縁被覆材料が使用条件に適合していることを確認してください。通常のビニール被覆では90℃程度が使用可能温度の上限となります。また雨水等のかかる恐れのある箇所では、ガラス絶縁被覆の導線は使用しないでください。水分や湿気により絶縁抵抗を低下させることになり、指示不良の原因となることがあります。表−8に、各国規格の識別色を示します。9.2項に色名で表記した表を掲載しています。



図−７　端子盤配列例

表−８　補償導線識別色（カラーコード）

熱電対種類	B	R/S	N	K	E	J	T
IEC 60584-3:2007 JIS C 1610:2012	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −
JIS C 1610:1995 区分2	+ −	+ −	−	+ −	+ −	+ −	+ −
ASTM E-230:2008	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −

（2）測温抵抗体

外部導線は一般に用いられる制御用ケーブルを使用できます。通常は3導線式結線で測定するため、1センサ当り3線必要になります。端子記号はABBで表されます。

熱電対の場合と同じ様に，設置される環境に合わせた絶縁被覆材料を選定してください。雨水のかかる恐れのある箇所ではガラス絶縁被覆の導線は使用しないでください。

（3）接地の方法

温度センサを設置し外部と導線を接続する際、導線部へのノイズの影響を避けるためにシールドされた導線を用いてシールド線を接地させることがあります。

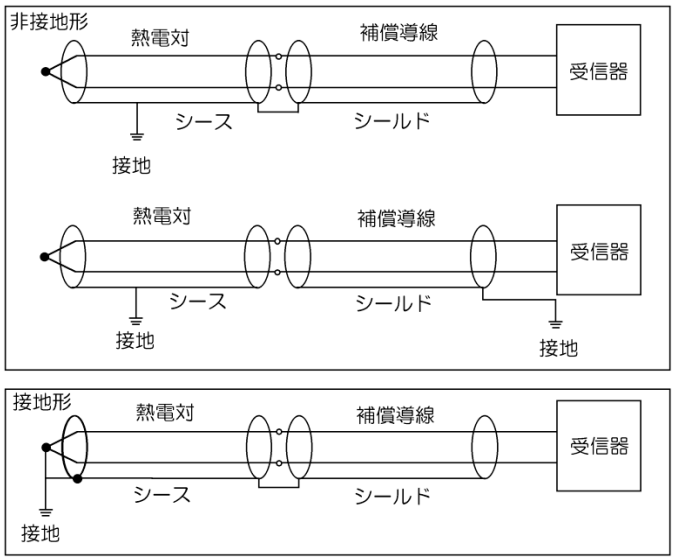
一般的には1点接地をお勧めします、熱電対側で接地されていない場合は、計器側で接地することになります。

弊社の製品で標準的に導線にシールドの付いているものが付属している場合はシース部が取付けの関係で接地することになるため、以下の2形式があります。現地にて温度センサとシールド付の外部導線を接続する際も同様な方法で施工することをお勧めします。

a) 導線端末にアース線が引き出されていない場合、シースとシールドを導通させ、シース側で接地することになります。

b) 導線端末にアース線としてリード線が引き出されている場合は、通常計器側にて接地するため、2点接地とならないようシースとシールドは絶縁されています。また、接地形の熱電対の場合には先端が接地されますので、補償導線側のシールドを計器側で接地させますと2点接地となります.

図８の接地形の図に示したように、シールドは熱電対の接地と同一箇所で接地させる方法をお勧めします。



図−８　シールドの接地方式

（4）配線後の注意

外部配線接続後、端子箱内にごみや導線の切れ端が残らないようにしてください。導線等が残っていると短絡や絶縁劣化の原因となります。最後に蓋をしっかり締め、雨水等の侵入を防いでください。配線口にアダプター等が付属している場合は、ネジ部のゆるみがないことを確認してください。

６．　正しくご使用いただくために

6.1　保守にあたって

温度センサによる温度測定や制御を正しく行うためには、日常の保守管理が大切です。使用規模によりその方法は異なりますが、以下の事項を参考に管理手法を決定することをお勧めします。

（１）保守作業の組織化

（２）保守作業者への教育や訓練

（３）保守要員の確保

（４）保守内容の標準化

（５）検査設備の精度管理

（６）保守データの作成管理

6.2　保守点検の方法

温度センサの保守点検は使用している場所や目的によって異なるためすべて同一に取り扱うことは出来ません。以下に一般的な方法を示しますので、参考にしてください。定期的な点検の実施を、安全な運転のためにお勧めします。

（１）日常の保守点検

温度センサは受信器に接続されてはじめて温度を知ることが出来ます。受信器の示している温度が通常予測される温度範囲にある事を確認することにより異常の早期発見が出来ます。測定点の近傍に別な温度センサがある場合は、その温度センサとの比較により判定できます。端子箱付きの場合は、周囲環境（光・オゾン等）によりＯリングが劣化することが有ります。環境によっては数年以上問題のないこともありますが、一年ごとの定期的な点検時に確認・交換することをお勧めします。

（２）使用条件の確認

温度センサは使用場所や温度によって種類や形状が異なります。特に雰囲気・温度・圧力・流速等の条件は使用する材料・寸法・構造等に大きく影響しますので、使用条件が変化していない事を確認してください。もし、使用条件が変わっている場合は現在の温度センサがその条件に適合しているのかを確認する必要があります。不適合である場合は使用条件にあった温度センサに交換してください。

（３）挿入長さの確認

温度センサの測定対象への挿入長さが変わると、外部からの熱伝導が異なり、誤差を生じることがあります。また、熱電対の場合は素線の劣化による不均質化の影響により誤差を生じることがありますので、最初に取り付けた条件と同一であることを確認してください。

（４）規定電流値の確認

測温抵抗体は抵抗値測定のために素子部に電流を流しています。この電流を規定電流といい、精度保証は規定電流で測定された場合に有効です。規定電流が変化すると自己加熱に変化が生じ測定に誤差を生じます。規定電流が守られていることを確認してください。

（５）保護管の清掃と点検

使用している間に保護管に付着したスス、ゴミ、スラッジ等は中に入っている温度センサへの熱伝導を悪化させ、測定誤差の要因となる場合があります。定期的に取り除いてください。また、保護管は温度センサを測定雰囲気から守るためのものです。腐食や酸化が進行していないこと、および減肉や機械的な損傷がないことを確認してください。温度センサを保護管から引き出して点検する際は、保護管内

に異物が入らないようにし、内部も清掃してください。特に水の浸入は様々な弊害を引き起こしますので注意が必要です。

（6）取付け部とその付近の点検

温度センサはネジやフランジ等により測定場所に取り付けられています。場所によってはポンプや動力源からの機械的振動や測定流体による強制振動等が加わります。これらの外力により、締め付け部分にゆるみが生じる恐れがあります。条件が厳しい場合には溶接部やロウ付け部が損傷を受け、外気が侵入したり、測定流体が外部に洩れる事もあります。使用条件が厳しい場合には十分な点検が必要です。特に目の届きにくい場所に取り付けられている場合は見過ごし易いため注意が必要です。

（7）絶縁抵抗の点検

温度センサを含めて測定回路の絶縁抵抗の点検を定期的に行ってください。 絶縁抵抗の低下は指示誤差や誘導障害の原因となります。熱電対で接地形の場合は、熱電対端子を外し、受信器側の回路の絶縁抵抗を点検してください。（温度センサの絶縁抵抗については、第４章4.4を参照してください。点検時の交換目安は1MΩです。）

（8）結線部の点検

測定回路中の各接続部の接続状態および極性を点検してください。 熱電対の場合極性を間違えると大きな誤差を生じます。

（9）外部導線の点検

温度センサと受信器の間は外部導線で配線されています。この外部導線が損傷したり、間違った種類の補償導線を接続すると正しい温度測定が出来ません。導通・絶縁抵抗・往復抵抗・補償導線の種類および外観等を点検してください。

(10) 定期校正

正常に動作している温度センサであっても、可能であるならば年に1回程度は測定箇所から取り外して、標準温度計との比較検査を実施することをお勧めします。

但し、タイプK熱電対を250℃以上で使用した製品に関しては、使用中の挿入深さより短い挿入深さで校正すると、SROの影響で高めに指示することがあるため、注意が必要です。また、高温炉に深く挿入して使用されている場合、使用中の指示が正常であっても、使用中の挿入深さより短い挿入深さで校正すると、劣化の程度が大きめに表れます。

これらの現象は熱電対が使用中に、周囲の温度の影響により不均質になったためで、不均質部分に温度勾配が加わることで、より顕著に誤差として表れます。（3.3項　表−１を参照ください。）

6.3 温度センサの校正

温度センサは使用されている場所や温度および周囲の環境により、長期間安定して使用できる場合と短期間で使用に耐えなくなる場合とがあります。 従って使用環境に応じた温度センサの取り替え時期の設定は日常の保守点検とともに一定の間隔で温度センサの校正を行い、精度の推移を知ることによっても管理できます。 このような精度管理を実施することにより生産ライン等の安定した温度管理が可能になります。

温度センサの種類や校正温度によっていろいろな校正の手法があります。 以下に一般的な校正方法を示しますので参考にしてください。

（1）定点校正

温度定点を用いて校正する手法で特定の温度を高精度で校正するのに有効な方法です。主に一次標準器の校正に用いられます。ITS-90（1990年国際温度目盛り）では表-9に示した定義定点を定めていますが、一般の校正には他の定点が使用される場合があります。

表-9 定義定点 ITS-90

物質およびその状態	K	℃
平衡水素の３重点	13.8033	-259.3467
ネオンの３重点	24.5561	-248.5939
酸素の３重点	54.3584	-218.7916
アルゴンの３重点	83.8058	-189.3442
水銀の３重点	234.3156	-38.8344
水の３重点	273.16	0.01
ガリウムの融解点	302.9146	29.7646
インジウムの凝固点	429.7485	156.5985
すずの凝固点	505.078	231.928
亜鉛の凝固点	692.677	419.527
アルミニウムの凝固点	933.473	660.323
銀の凝固点	1234.93	961.78
金の凝固点	1337.33	1064.18

測温抵抗体や熱電対の場合は上記のほかに、窒素や酸素の沸点あるいは水の沸点等が使用されます。

（2）比較校正

最も多く使用される方法で、一般的には公的機関やメーカーで校正された温度センサを標準とし、校正される温度計と校正装置を用いて比較、校正します。この方法は定点校正と異なり、校正温度をかなり自由に選ぶことが出来ます。代表的な校正装置と校正可能な温度範囲を表-10に示します。

表-１０ 校正温度

校正装置名	校正温度範囲
低温槽	-80～+5℃
水槽	10～60℃
オイル槽	60～260℃
硝石槽	280～580℃
電気炉	600～1050℃

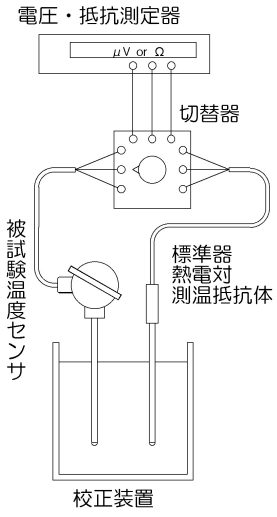
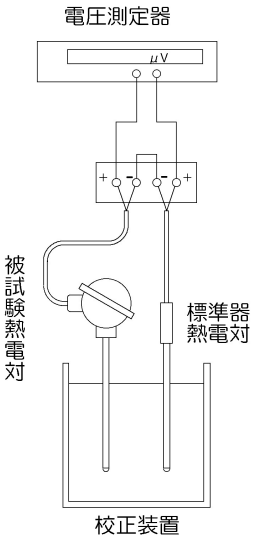


図-9 比較校正

（3）偏差法

比較校正の一種で大量の熱電対を校正する場合に便利です。使用する校正装置は（2）と同じ物を使用します。校正する熱電対と同じ種類で、校正する温度で校正済みの熱電対を標準器とし、校正する熱電対と一緒に校正装置内に挿入し両者の熱起電力の差を測定します。この方法では基準接点は必要ありません。弊社の熱電対はこの方法で検査されます。



図−１０　偏差法

（4）現場校正

温度センサを実際に使用している現場で校正する場合に用いる校正手法です。但し、簡易的な方法とならざるを得ないため、前項までの校正と比較して精度的に劣ります。しかし、定期的に校正データを積み重ねることにより、使用中の温度センサの交換の必要性を判定する上では、特別な設備が不要であるため実際的な方法と言えます。

ａ）差し替え法

校正済みの温度センサを準備し、使用中の温度センサと差し替えて指示温度の比較をします。この方法の場合、測定対象の温度が長期間安定していることが必要条件となります。測定の際は、保護管の応答遅れも考慮し十分な時間を掛ける必要があります。また挿入長さも合わせる必要があります。

ｂ）平行挿入法

校正済みの温度センサを、使用中の温度センサの出来るだけ近くに設置して指示温度の比較をします。この方法では、測定対象によりあらかじめ使用中の温度センサと平行した挿入孔または保護管の設置が必要になります。また、使用中のセンサと同一の挿入深さで測定する必要があります。

７． 故障したときに

7.1 予測される故障例

温度センサの故障は、通常温度指示の異常により発見されます。但し、温度指示の異常すべてが温度センサの故障につながるわけではないため、その故障の内容により原因を正確に把握する必要があります。

最も多く発生する故障事例は熱電対や測温抵抗体の断線あるいは絶縁不良によると思われます。しかし、それらの原因によって生じる現象は接続されている機器や周囲の環境によって大きく左右されます。

7.2 熱電対の故障対策

表−１１ 熱電対の不適合現象および対策

不適合現象	発生時期		推定原因	対策
	始動時	運転時		
温度指示がマイナス側にスケールアウトする	○	○	・受信器か熱電対のどちらかで、導線の極性が反対になっている	・点検し､正常に接続し直す
	○	○	･受信器のバーンアウト設定が下限側で､熱電対または補償導線の断線または端子部での導通なし ・受信器の故障	・テスターにより断線および導通の有無を点検し、交換または端子接続をやり直す ・点検し、修理または交換
指示がプラス側にスケールアウトする	○	○	･受信器のバーンアウト設定が上限側で､熱電対または補償導線の断線または端子部での導通なし ・受信器の故障	・テスターにより断線および導通の有無を点検し、交換または端子接続をやり直す ・点検し、修理または交換
室温付近を指示する	○	○	･受信器の入力接続端子または補償接点が短絡している	・接続端子部分を点検し、短絡原因を取り除く
		○	・補償導線の内部短絡 ・受信器の故障	・テスターにより導通を点検し、修理または交換
温度変化しても指示が変らない	○	○	(バーンアウト回路がない場合) ・熱電対の断線 ・補償導線の断線または短絡 ・受信器の故障	・熱電対・補償導線の回路および計器を点検し、修理または交換
指示値が不安定	○	○	･熱電対または補償導線の不完全断線 ・接続端子部の接触不良 ・受信器の故障	・テスターにより断線および導通の有無を点検し、交換または端子接続をやり直す ・点検し、修理または交換
	○		・電気雑音(ノイズ)の影響 ･測定する流体温度の変動の影響	・調査後、接地の方式やシールドを変更する。 ・応答速度の遅いものに替える。
指示値が正常ではない	○		･熱電対または補償導線の種類が異なる ・補償導線の極性違い ・熱電対の設置不具合 ･受信器の種類、レンジの設定違い	・調査し交換 ・調査し接続変更 ・設置位置、挿入長取付け方法を点検し再設置 ・調査し、再設定
		○	・熱電対の起電力劣化 ・熱電対、補償導線の絶縁劣化 ・熱電対の取付け状況の変化 ・受信器の故障	・交換 ・交換 ・点検し修理または交換 ・点検し修理または交換

7.3 測温抵抗体の故障対策

表−１２　測温抵抗体の不適合現象および対策

不適合現象	発生時期		推定原因	対策
	始動時	運転時		
温度指示がマイナス側にスケールアウトする	○		・3 線式の接続違い	・点検し､正常に接続し直す
	○	○	・抵抗素子部の短絡 ・受信器のバーンアウト設定が下限側で、抵抗素子または延長導線の断線または端子部での導通なし	・テスターにより短絡の有無を点検し､交換または端子接続をやり直す
指示がプラス側にスケールアウトする	○	○	・抵抗素子部の断線 ・受信器のバーンアウト設定上限側で、抵抗素子または延長導線の断線または端子部での導通なし	・テスターにより断線の有無を点検し､交換または端子接続をやり直す
温度変化しても指示が変らない	○	○	・受信器の故障	・点検し、修理または交換
指示値が不安定	○	○	・抵抗素子または延長導線の不完全断線 ・接続端子部の接触不良 ・受信器の故障	・テスターにより断線および導通の有無を点検し､交換または端子接続をやり直す ・点検し、修理または交換
	○		・電気雑音(ノイズ)の影響	・調査後、接地の方式やシールドを変更する。
指示値が正常ではない	○		・測温抵抗体の抵抗値不良 ・測温抵抗体の設置不具合 ・受信器の種類、レンジの設定違い	・交換 ・設置位置、挿入長さ、取付け方法を点検し再設置 ・調査し、再設定
		○	・測温抵抗体、延長導線の絶縁劣化 ・測温抵抗体の取付け状況の変化 ・受信器の故障	・交換 ・点検し修理または交換 ・点検し修理または交換
指示値が数%高い	○		・Pt用の計器にJPtの測温抵抗体を接続	・規格にあった測温抵抗体と交換
指示値が数%低い	○		・JPt用の計器にPtの測温抵抗体を接続	・規格にあった測温抵抗体と交換

８．　温度センサの基本仕様および構造

8.1　保護管式温度センサ

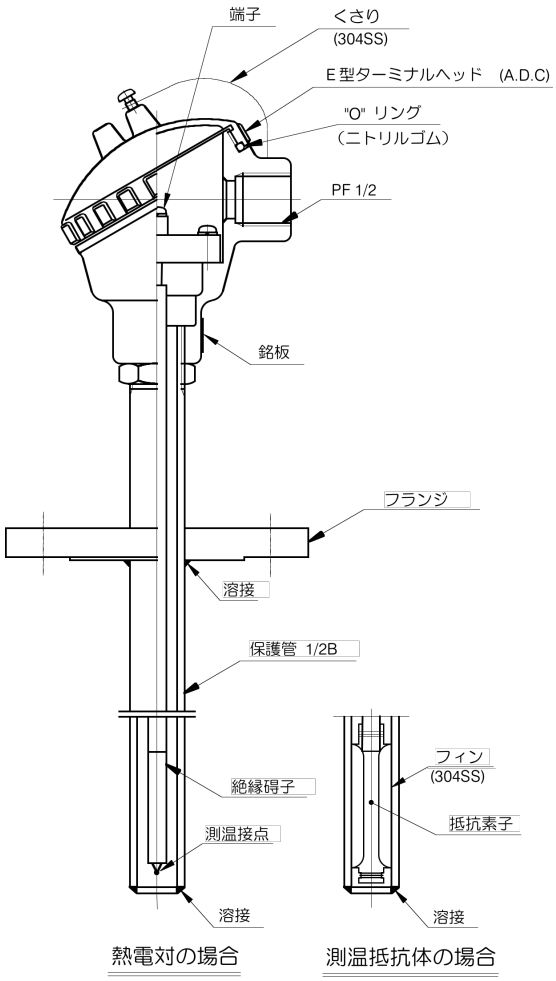
古くから使用されている温度センサの形式で、図−11の様にパイプ式保護管内に碍子式熱電対やマイカ式およびフィン式の測温抵抗体を挿入したものです。保護管は熱電対や測温抵抗体を周囲の環境から守るために使用され、ステンレス鋼が最も多く使用されます。保護管部分には測定箇所への取付けのためフランジまたはネジが溶接で取り付けられます。構造がシンプルであるため安価なセンサとして、現在も多く使用されています。

（１）碍子式熱電対

碍子式熱電対は熱電対素線、絶縁碍子、端子箱および保護管で構成されており、熱電対の先端部は溶接され測温接点となっています。高温用の場合には熱電対素線に白金系のもの（Ｂ，Ｒ，Ｓ）を使用し、保護管にセラミックスを用いる事もあります。

（２）フィン式測温抵抗体

フィン式測温抵抗体は一般形測温抵抗体とも呼ばれ、感温素子と導線部以外の基本構造は碍子形熱電対と全く同一です。以前はマイカ式の抵抗素子を使用していましたが、素子部の強度と絶縁性の向上のため現在はセラコイル(備考)を採用しています。



図−１１　保護管式温度センサの構造例

備考：セラコイル
セラミック製の碍子の中に極細の白金線を巻き組み立てたもので、シース測温抵抗体の素子に使用されています。セラコイルは弊社の商品名です。

8.2 シース式温度センサ

弊社で最も多く製造している構造の製品です。シースとは、一般的にMIケーブルと呼ばれ、金属のチューブの中に熱電対素線や測温抵抗体用の導線を入れ、酸化マグネシウム(MgO)で堅く充填し絶縁したものです。外径φ0.1からφ22のものまで各種外径のものが製造可能です。これらの先端部を感温部としたものがシース式温度センサで、シース材質の選択により保護管を使用せずに腐食環境下での使用が可能です。図-12にシースの断面図を、図-13にシース式温度センサの最も多く使用されている形式の構造図を示します。

シース式熱電対は通常、シース内部に測温接点を設け感温部としています(図-13)。**シース式測温抵抗体はシース先端部に抵抗素子(セラコイル等)を埋めこみ感温部としています。先端約70㎜は素子が入っているため曲げ加工は行えませんので注意が必要です。また、この部分に外力を加え変形を与えないでください。**

シース式熱電対は **AEROPAK**, シース式測温抵抗体は **RESIOPAK**という弊社の商品名で呼ばれています。一般的に多く使用されるシース外径はφ3.2～φ8.0で、φ4.8以下の細い外径のものは手で簡単に曲げられるため、様々な場所に取り付けられています。**但し、最小曲げ半径はシース外径の２倍です。それより小さな半径や曲げ戻しを行うと破断することがあります。**

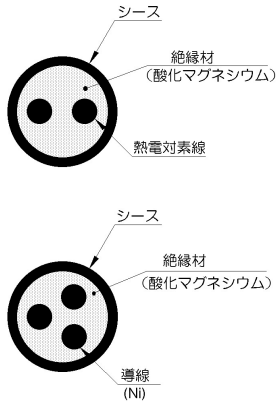


図-１２　シース断面図

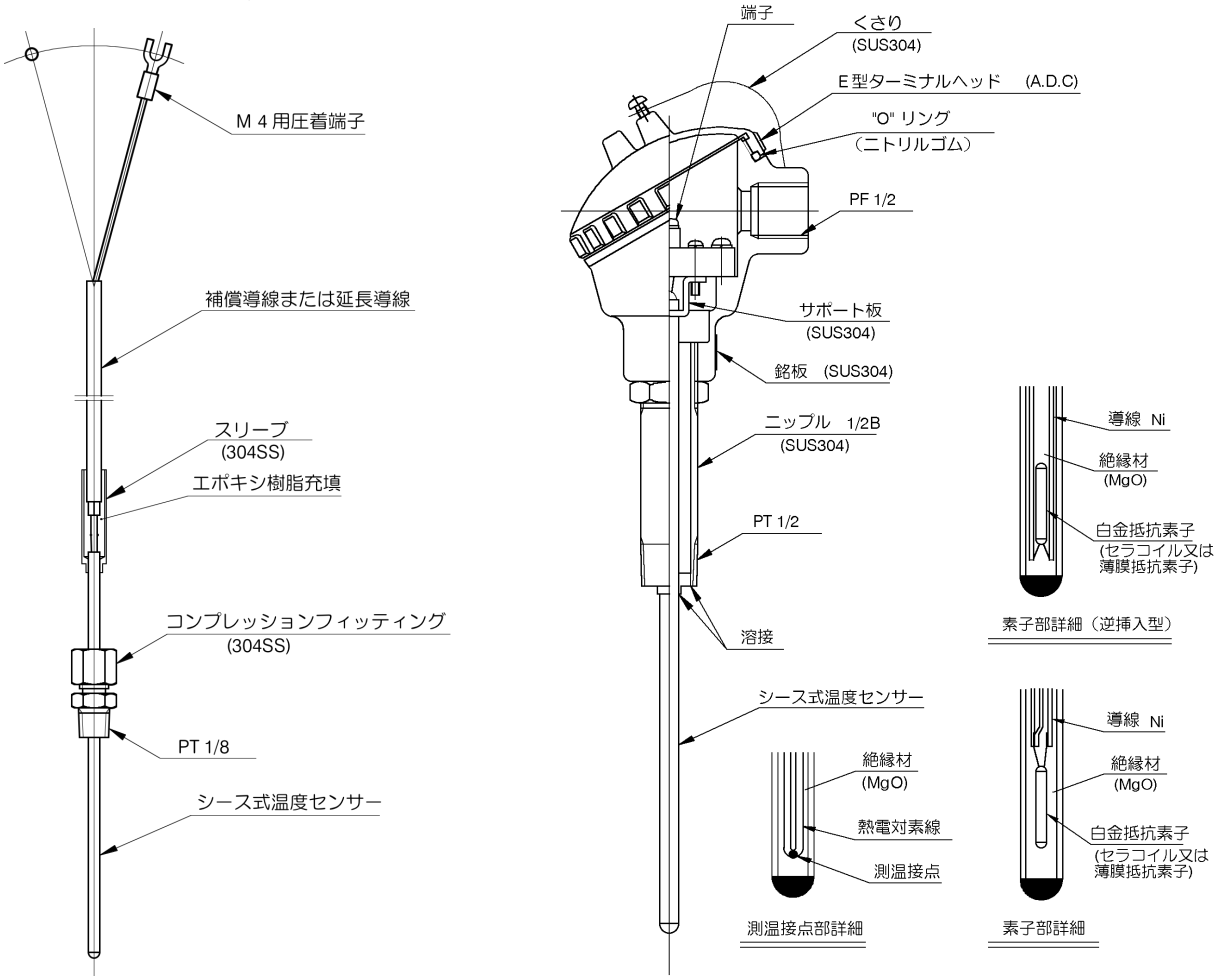


図-１３　シース式温度センサ構造図

図-13の端子箱形温度センサは、保護管と組み合わされて使用されることが多く、各種プラントのプロセスコントロールに使用されます。保護管に関しては別途資料を参照ください。

熱電対の感温部である測温接点の構造には図-14のものがあり、用途により使い分けます。最も応答速度の早いものが#6で表される露出形です。但し、素線が脆弱なため取り扱いには注意が必要です。接地形はシース式熱電対の有利な点である耐圧特性に最も優れ、条件によっては300MPa以上の耐圧があります。但し、周囲のノイズの影響を受けやすくなるため、補償導線部分でのシールドの接地方法が重要になります。また、8.3項に解説する耐圧防爆形を要求される場合、測温接点は非接地形に限定（日本国内のみ）されます。

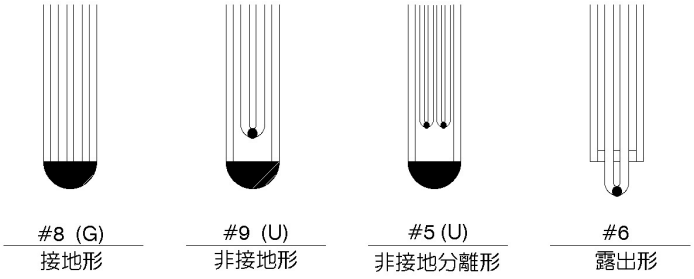


図-１４　シース熱電対測温接点部の種類

8.3　防爆形温度センサ

石油精製プラントやガス製造プラントおよび化学プラント等において、可燃性ガスまたは引火性の蒸気が空気と混合し、火花の発生により爆発する恐れのある場所を危険場所と指定されます。危険場所において電気機器を使用する場合、機器から発生する火花が原因で爆発事故を引き起こさないよう機器の構造に様々な制約が設けてあります。その規制が「電気機械器具防爆構造規格(昭和44年労働省告示第16号)」で、温度センサ(熱電対・測温抵抗体)もこの中で計測器として分類されているため規格の適用を受けます。

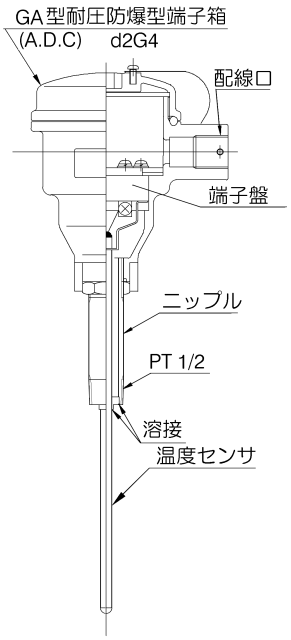


図-１５　耐圧防爆構造 d2G4

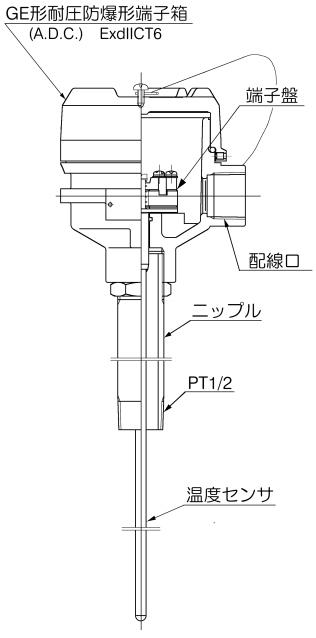


図-１６　耐圧防爆構造 Exd

弊社の防爆形温度センサはこの規格に則って設計され、さらに検定機関の型式検定に合格したものですから、危険場所で使用可能です。防爆構造の種類は6種類ありますが、温度センサに対し適用されるのはこの内の2種類です。

（１）耐圧防爆構造

全閉構造であって、ガスまたは蒸気が容器の内部に侵入し爆発を生じた場合に当該容器が爆発圧力に耐え、かつ爆発による火炎が当該容器の外部のガスまたは蒸気に点火しないような構造にしたものを言います。現在弊社の製品は防爆等級d2G4（従来からの構造規格）、Exd IIB T4またはExd IIC T6（IICのグレードで対象ガス水素に対応：新技術的基準）等の検定に合格しています。

外部導線を配線口を通して配線する際、配線口には耐圧パッキン式アダプターまたは電線管ネジ結合方式のいずれかを採用する必要があります。この部分はユーザの工事範囲であるためユーザの責任において防爆指針に従い施工する必要があります。特にExd　タイプの防爆製品は当社製品に付属の耐圧パッキン式アダプターの使用が必須となりますのでご注意ください。

近年、海外向けの製品に対し、各国の防爆基準に適合した製品の要求が増えてきた関係から、当社におきましても欧州連合を初めとして米国、ロシア、カザフスタン、カナダ、中国、韓国およびインドの防爆基準を満たした製品の製造を開始しております。これらはそれぞれの国の基準を満たし、各検定機関の認定を受けておりますが、日本国内では使用出来ませんので注意が必要です。

（2）本質安全防爆構造

電気機械器具の電気回路で発生する火花や熱が爆発性雰囲気の点火源とならない性能を有するものです。温度センサにおいては非危険場所に安全保持器(ツエナーバリヤー)を設置し、計器側での事故時に危険場所へ電気エネルギーが流入することを防ぎ、点火源とならないようにします。温度センサと安全保持器を組み合せる場合に、温度センサの持つ電気特性(インダクタンスおよびキャパシタンス)に見合った安全保持器を選定する必要があります。現在弊社の温度センサと横河電機（株）の安全保持器(BARDシリーズ)、(株) 中村電機製作所の安全保持器(NZBシリーズ)およびクーパー・インダストリーズ・ジャパン（株）の安全保持器（MTLシリーズ）の組み合わせで、検定機関の認定を受けています。使用できる温度センサには若干の制約があり、表-13の組み合わせとなります。

但し、欧米の考え方では温度センサ（熱電対・測温抵抗体）はエネルギーの留保が小さいので、検定の対象から外れます。すなわち、認定されたバリヤーの許容する範囲内であれば、承認なしで使用できます。

表-13　温度センサと組み合わせ可能な安全保持器

種類	エレメント	型式	防爆等級	検定番号	内部抵抗値	許容Ｌ	許容Ｃ	製造者
熱電対	シングル	*1	i3aG5	T34599	-	(1.6Mh+LW)	(0.5μF+CW)	横河電機(株)
	ダブル	BARD600x2		T34600	235±15Ω *3	0.8mH	0.1μF	
測温抵抗体	シングル	BARD700		T34601	130±15Ω *3	0.45mH	0.1μF	
熱電対	シングル	NZB2-1R52	ExiaⅡCT5	TC14292	52Ω	0.51mH	1.7μF	(株)中村電機製作所
測温抵抗体	シングル	NZB3-1R75		TC14293	75Ω	0.51mH	1.7μF	
*2 測温抵抗体	ダブル	MTL5082	ExiaⅡCT3	TC17865	絶縁型	48.5mH	21μF	クーパー・インダストリーズ・ジャパン（株）

許容Ｌ：安全保持器が許容する外部インダクタンス　許容Ｃ：安全保持器が許容する外部キャパシタンス

*1　：単独検定品であるため、（ ）内の値を許容できる安全保持器を使用。BARD600 は可能。

*2　：測温抵抗体はダブルエレメントを使用し、安全保持器は1 台であるため、1 回路は予備として使用する。

（組み合わせるセンサは限定された特殊タイプです。汎用品には適用できません。）

*3　：内部抵抗はA-1とC-3がバランスしているため、接続には注意が必要です。機器の取扱説明書参照。

LW　：外部導線のインダクタンス　CW　:外部導線のキャパシタンス

注意　：NZB シリーズ使用時は（株）中村電機製作所から検定合格ラベルの支給を受けます。

９．　参考資料

9.1　熱電対規準熱起電力表

表−14　規準熱起電力表

B Thermocouple　μV　ITS-90

℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	-2	-3	-2	0	2	6	11	17	25	33
100	33	43	53	65	78	92	107	123	141	159	178
200	178	199	220	243	267	291	317	344	372	401	431
300	431	462	494	527	561	596	632	669	707	746	787
400	787	828	870	913	957	1 002	1 048	1 095	1 143	1 192	1 242
500	1 242	1 293	1 344	1 397	1 451	1 505	1 561	1 617	1 675	1 733	1 792
600	1 792	1 852	1 913	1 975	2 037	2 101	2 165	2 230	2 296	2 363	2 431
700	2 431	2 499	2 569	2 639	2 710	2 782	2 854	2 928	3 002	3 078	3 154
800	3 154	3 230	3 308	3 386	3 466	3 546	3 626	3 708	3 790	3 873	3 957
900	3 957	4 041	4 127	4 213	4 299	4 387	4 475	4 564	4 653	4 743	4 834
1000	4 834	4 926	5 018	5 111	5 205	5 299	5 394	5 489	5 585	5 682	5 780
1100	5 780	5 878	5 976	6 075	6 175	6 276	6 377	6 478	6 580	6 683	6 786
1200	6 786	6 890	6 995	7 100	7 205	7 311	7 417	7 524	7 632	7 740	7 848
1300	7 848	7 957	8 066	8 176	8 286	8 397	8 508	8 620	8 731	8 844	8 956
1400	8 956	9 069	9 182	9 296	9 410	9 524	9 639	9 753	9 868	9 984	10 099
1500	10 099	10 215	10 331	10 447	10 563	10 679	10 796	10 913	11 029	11 146	11 263
1600	11 263	11 380	11 497	11 614	11 731	11 848	11 965	12 082	12 199	12 316	12 433
1700	12 433	12 549	12 666	12 782	12 898	13 014	13 130	13 246	13 361	13 476	13 591
1800	13 591	13 706	13 820								

R Thermocouple　μV　ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
0	0	-51	-100	-145	-188	-226					
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	54	111	171	232	296	363	431	501	573	647
100	647	723	800	879	959	1 041	1 124	1 208	1 294	1 381	1 469
200	1 469	1 558	1 648	1 739	1 831	1 923	2 017	2 112	2 207	2 304	2 401
300	2 401	2 498	2 597	2 696	2 796	2 896	2 997	3 099	3 201	3 304	3 408
400	3 408	3 512	3 616	3 721	3 827	3 933	4 040	4 147	4 255	4 363	4 471
500	4 471	4 580	4 690	4 800	4 910	5 021	5 133	5 245	5 357	5 470	5 583
600	5 583	5 697	5 812	5 926	6 041	6 157	6 273	6 390	6 507	6 625	6 743
700	6 743	6 861	6 980	7 100	7 220	7 340	7 461	7 583	7 705	7 827	7 950
800	7 950	8 073	8 197	8 321	8 446	8 571	8 697	8 823	8 950	9 077	9 205
900	9 205	9 333	9 461	9 590	9 720	9 850	9 980	10 111	10 242	10 374	10 506
1000	10 506	10 638	10 771	10 905	11 039	11 173	11 307	11 442	11 578	11 714	11 850
1100	11 850	11 986	12 123	12 260	12 397	12 535	12 673	12 812	12 950	13 089	13 228
1200	13 228	13 367	13 507	13 646	13 786	13 926	14 066	14 207	14 347	14 488	14 629
1300	14 629	14 770	14 911	15 052	15 193	15 334	15 475	15 616	15 758	15 899	16 040
1400	16 040	16 181	16 323	16 464	16 605	16 746	16 887	17 028	17 169	17 310	17 451
1500	17 451	17 591	17 732	17 872	18 012	18 152	18 292	18 431	18 571	18 710	18 849
1600	18 849	18 988	19 126	19 264	19 402	19 540	19 677	19 814	19 951	20 087	20 222
1700	20 222	20 356	20 488	20 620	20 749	20 877	21 003				

S Thermocouple　μV　ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
0	0	-53	-103	-150	-194	-236					
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	55	113	173	235	299	365	433	502	573	646
100	646	720	795	872	950	1 029	1 110	1 191	1 273	1 357	1 441
200	1 441	1 526	1 612	1 698	1 786	1 874	1 962	2 052	2 141	2 232	2 323
300	2 323	2 415	2 507	2 599	2 692	2 786	2 880	2 974	3 069	3 164	3 259
400	3 259	3 355	3 451	3 548	3 645	3 742	3 840	3 938	4 036	4 134	4 233
500	4 233	4 332	4 432	4 532	4 632	4 732	4 833	4 934	5 035	5 137	5 239
600	5 239	5 341	5 443	5 546	5 649	5 753	5 857	5 961	6 065	6 170	6 275
700	6 275	6 381	6 486	6 593	6 699	6 806	6 913	7 020	7 128	7 236	7 345
800	7 345	7 454	7 563	7 673	7 783	7 893	8 003	8 114	8 226	8 337	8 449
900	8 449	8 562	8 674	8 787	8 900	9 014	9 128	9 242	9 357	9 472	9 587
1000	9 587	9 703	9 819	9 935	10 051	10 168	10 285	10 403	10 520	10 638	10 757
1100	10 757	10 875	10 994	11 113	11 232	11 351	11 471	11 590	11 710	11 830	11 951
1200	11 951	12 071	12 191	12 312	12 433	12 554	12 675	12 796	12 917	13 038	13 159
1300	13 159	13 280	13 402	13 523	13 644	13 766	13 887	14 009	14 130	14 251	14 373
1400	14 373	14 494	14 615	14 736	14 857	14 978	15 099	15 220	15 341	15 461	15 582
1500	15 582	15 702	15 822	15 942	16 062	16 182	16 301	16 420	16 539	16 658	16 777
1600	16 777	16 895	17 013	17 131	17 249	17 366	17 483	17 600	17 717	17 832	17 947
1700	17 947	18 061	18 174	18 285	18 395	18 503	18 609				

N Thermocouple μV ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	-3 990	-4 083	-4 162	-4 226	-4 277	-4 313	-4 336	-4 345			
-100	-2 407	-2 612	-2 808	-2 994	-3 171	-3 336	-3 491	-3 634	-3 766	-3 884	-3 990
0	0	- 260	- 518	- 772	-1 023	-1 269	-1 509	-1 744	-1 972	-2 193	-2 407
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	261	525	793	1 065	1 340	1 619	1 902	2 189	2 480	2 774
100	2 774	3 072	3 374	3 680	3 989	4 302	4 618	4 937	5 259	5 585	5 913
200	5 913	6 245	6 579	6 916	7 255	7 597	7 941	8 288	8 637	8 988	9 341
300	9 341	9 696	10 054	10 413	10 774	11 136	11 501	11 867	12 234	12 603	12 974
400	12 974	13 346	13 719	14 094	14 469	14 846	15 225	15 604	15 984	16 366	16 748
500	16 748	17 131	17 515	17 900	18 286	18 672	19 059	19 447	19 835	20 224	20 613
600	20 613	21 003	21 393	21 784	22 175	22 566	22 958	23 350	23 742	24 134	24 527
700	24 527	24 919	25 312	25 705	26 098	26 491	26 883	27 276	27 669	28 062	28 455
800	28 455	28 847	29 239	29 632	30 024	30 416	30 807	31 199	31 590	31 981	32 371
900	32 371	32 761	33 151	33 541	33 930	34 319	34 707	35 095	35 482	35 869	36 256
1000	36 256	36 641	37 027	37 411	37 795	38 179	38 562	38 944	39 326	39 706	40 087
1100	40 087	40 466	40 845	41 223	41 600	41 976	42 352	42 727	43 101	43 474	43 846
1200	43 846	44 218	44 588	44 958	45 326	45 694	46 060	46 425	46 789	47 152	47 513
1300	47 513										

K Thermocouple μV ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	-5 891	-6 035	-6 158	-6 262	-6 344	-6 404	-6 441	-6 458			
-100	-3 554	-3 852	-4 138	-4 411	-4 669	-4 913	-5 141	-5 354	-5 550	-5 730	-5 891
0	0	- 392	- 778	-1 156	-1 527	-1 889	-2 243	-2 587	-2 920	-3 243	-3 554
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	397	798	1 203	1 612	2 023	2 436	2 851	3 267	3 682	4 096
100	4 096	4 509	4 920	5 328	5 735	6 138	6 540	6 941	7 340	7 739	8 138
200	8 138	8 539	8 940	9 343	9 747	10 153	10 561	10 971	11 382	11 795	12 209
300	12 209	12 624	13 040	13 457	13 874	14 293	14 713	15 133	15 554	15 975	16 397
400	16 397	16 820	17 243	17 667	18 091	18 516	18 941	19 366	19 792	20 218	20 644
500	20 644	21 071	21 497	21 924	22 350	22 776	23 203	23 629	24 055	24 480	24 905
600	24 905	25 330	25 755	26 179	26 602	27 025	27 447	27 869	28 289	28 710	29 129
700	29 129	29 548	29 965	30 382	30 798	31 213	31 628	32 041	32 453	32 865	33 275
800	33 275	33 685	34 093	34 501	34 908	35 313	35 718	36 121	36 524	36 925	37 326
900	37 326	37 725	38 124	38 522	38 918	39 314	39 708	40 101	40 494	40 885	41 276
1000	41 276	41 665	42 053	42 440	42 826	43 211	43 595	43 978	44 359	44 740	45 119
1100	45 119	45 497	45 873	46 249	46 623	46 995	47 367	47 737	48 105	48 473	48 838
1200	48 838	49 202	49 565	49 926	50 286	50 644	51 000	51 355	51 708	52 060	52 410
1300	52 410	52 759	53 106	53 451	53 795	54 138	54 479	54 819			

E Thermocouple μV ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	-8 825	-9 063	-9 274	-9 455	-9 604	-9 718	-9 797	-9 835			
-100	-5 237	-5 681	-6 107	-6 516	-6 907	-7 279	-7 632	-7 963	-8 273	-8 561	-8 825
0	0	- 582	-1 152	-1 709	-2 255	-2 787	-3 306	-3 811	-4 302	-4 777	-5 237
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	591	1 192	1 801	2 420	3 048	3 685	4 330	4 985	5 648	6 319
100	6 319	6 998	7 685	8 379	9 081	9 789	10 503	11 224	11 951	12 684	13 421
200	13 421	14 164	14 912	15 664	16 420	17 181	17 945	18 713	19 484	20 259	21 036
300	21 036	21 817	22 600	23 386	24 174	24 964	25 757	26 552	27 348	28 146	28 946
400	28 946	29 747	30 550	31 354	32 159	32 965	33 772	34 579	35 387	36 196	37 005
500	37 005	37 815	38 624	39 434	40 243	41 053	41 862	42 671	43 479	44 286	45 093
600	45 093	45 900	46 705	47 509	48 313	49 116	49 917	50 718	51 517	52 315	53 112
700	53 112	53 908	54 703	55 497	56 289	57 080	57 870	58 659	59 446	60 232	61 017
800	61 017	61 801	62 583	63 364	64 144	64 922	65 698	66 473	67 246	68 017	68 787
900	68 787	69 554	70 319	71 082	71 844	72 603	73 360	74 115	74 869	75 621	76 373
1000	76 373										

J Thermocouple μV ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	-7 890	-8 095									
-100	-4 633	-5 037	-5 426	-5 801	-6 159	-6 500	-6 821	-7 123	-7 403	-7 659	-7 890
0	0	- 501	- 995	-1 482	-1 961	-2 431	-2 893	-3 344	-3 786	-4 215	-4 633
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	507	1 019	1 537	2 059	2 585	3 116	3 650	4 187	4 726	5 269
100	5 269	5 814	6 360	6 909	7 459	8 010	8 562	9 115	9 669	10 224	10 779
200	10 779	11 334	11 889	12 445	13 000	13 555	14 110	14 665	15 219	15 773	16 327
300	16 327	16 881	17 434	17 986	18 538	19 090	19 642	20 194	20 745	21 297	21 848
400	21 848	22 400	22 952	23 504	24 057	24 610	25 164	25 720	26 276	26 834	27 393
500	27 393	27 953	28 516	29 080	29 647	30 216	30 788	31 362	31 939	32 519	33 102
600	33 102	33 689	34 279	34 873	35 470	36 071	36 675	37 284	37 896	38 512	39 132
700	39 132	39 755	40 382	41 012	41 645	42 281	42 919	43 559	44 203	44 848	45 494
800	45 494	46 141	46 786	47 431	48 074	48 715	49 353	49 989	50 622	51 251	51 877
900	51 877	52 500	53 119	53 735	54 347	54 956	55 561	56 164	56 763	57 360	57 953
1000	57 953	58 545	59 134	59 721	60 307	60 890	61 473	62 054	62 634	63 214	63 792
1100	63 792	64 370	64 948	65 525	66 102	66 679	67 255	67 831	68 406	68 980	69 553
1200	69 553										

T Thermocouple μV ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	-5 603	-5 753	-5 888	-6 007	-6 105	-6 180	-6 232	-6 258			
-100	-3 379	-3 657	-3 923	-4 177	-4 419	-4 648	-4 865	-5 070	-5 261	-5 439	-5 603
0	0	- 383	- 757	-1 121	-1 475	-1 819	-2 153	-2 476	-2 788	-3 089	-3 379
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	391	790	1 196	1 612	2 036	2 468	2 909	3 358	3 814	4 279
100	4 279	4 750	5 228	5 714	6 206	6 704	7 209	7 720	8 237	8 759	9 288
200	9 288	9 822	10 362	10 907	11 458	12 013	12 574	13 139	13 709	14 283	14 862
300	14 862	15 445	16 032	16 624	17 219	17 819	18 422	19 030	19 641	20 255	20 872
400	20 872										

備考：掲載した熱起電力表は以下に掲載する規格と全く同一の特性である。

JIS C 1602-1995, JIS C 1605-1995（日本），IEC 60584-1-1995（国際），ASTM E 230-2012（米国）

9.2 補償導線の識別色（カラーコード）

表-15 補償導線識別色（カラーコード）

組合わされる熱電対	補償導線材質		JIS C 1610:2012 IEC 60584-3:2007				JIS C 1610:1995 区分２				ASTM E230 (ANSI MC96.1)		
			種類記号	絶縁		外被	種類記号	絶縁		外被	絶縁		外被
記号	＋	－		＋	－			＋	－		＋	－	
B	Cu	Cu	BC	灰色	白	灰色	BC	赤	白	灰	灰	赤	灰
R	Cu	Cu-Ni	RCA/RCB	橙色	白	橙色	RCA/RCB	赤	白	黒	黒	赤	緑
S	Cu	Cu-Ni	SCA/SCB	橙色	白	橙色	SCA/SCB	赤	白	黒	黒	赤	緑
N	Ni-Cr	Ni-Si	NX	桃色	白	桃色	NX	－	－	－	－	－	－
K	Ni-Cr	Ni-Al	KX	緑	白	緑	KX	赤	白	青	黄	赤	黄
	Ni-Cr	Ni-Al	－	－	－	－	KCA				－	－	－
	Fe	Cu-Ni	KCA	緑	白	緑	KCB				－	－	－
	Cu	Cu-Ni	KCB				KCC				－	－	－
E	Ni-Cr	Cu-Ni	EX	青紫	白	青紫	EX	赤	白	紫	紫	赤	紫
J	Fe	Cu-Ni	JX	黒	白	黒	JX	赤	白	黄	白	赤	黒
T	Cu	Cu-Ni	TX	茶色	白	茶色	TX	赤	白	茶	青	赤	青

備考：2012年6月に補償導線のJISが改正されました。カラーコードを含め大幅な改正となるため、今後の動向に注意をしていただきますようお願いいたします。当面は、旧規格（JIS C 1610:1995）での運用となりますが、次第に新規格へ移行して参ります。

9.3 熱電対の許容差

表-16 熱電対の許容差

種類	JIS C 1602-1995/IEC 60854-2-1982			ASTM E 230-2012		
	温度範囲	クラス	許容差	温度範囲	クラス	許容差
B	600℃～1700℃	2	±0.0025・｜t｜℃	870℃～1700℃	STD.	±0.5%
	600℃～800℃	3	±4℃			
	800℃～1700℃		±0.005・｜t｜℃			
R & S	0℃～1100℃（JIS）	1	±1℃	0℃～1480℃	SP.	±0.6℃ or ±0.1%
	0℃～1600℃（IEC）		±1℃ or ±［1+0.003(t-1100)］℃			
	0℃～600℃	2	±1.5℃		STD.	±1.5℃ or ±0.25%
	600℃～1600℃		±0.0025・｜t｜℃			
N & K	-40℃～375℃	1	±1.5℃	0℃～1260℃	SP.	±1.1℃ or ±0.4%
	375℃～1000℃		±0.004・｜t｜℃			
	-40℃～333℃	2	±2.5℃		STD.	±2.2℃ or ±0.75%
	333℃～1200℃		±0.0075・｜t｜℃			
	-167℃～40℃	3	±2.5℃	-200℃～0℃	STD.	±2.2℃ or ±2%
	-200℃～-167℃		±0.015・｜t｜℃			
E	-40℃～375℃	1	±1.5℃	0℃～870℃	SP.	±1.0℃ or ±0.4%
	375℃～800℃		±0.004・｜t｜℃			
	-40℃～333℃	2	±2.5℃		STD.	±1.7℃ or ±0.5%
	333℃～900℃		±0.0075・｜t｜℃			
	-167℃～40℃	3	±2.5℃	-200℃～0℃	STD.	±1.7℃ or ±1%
	-200℃～-167℃		±0.015・｜t｜℃			
J	-40℃～375℃	1	±1.5℃	0℃～760℃	SP.	±1.1℃ or ±0.4%
	375℃～750℃		±0.004・｜t｜℃			
	-40℃～333℃	2	±2.5℃		STD.	±2.2℃ or ±0.75%
	333℃～750℃		±0.0075・｜t｜℃			
T	-40℃～125℃	1	±0.5℃	0℃～370℃	SP.	±0.5℃ or ±0.4%
	125℃～350℃		±0.004・｜t｜℃			
	-40℃～133℃	2	±1.0℃		STD.	±1.0℃ or ±0.75%
	133℃～350℃		±0.0075・｜t｜℃			
	-67℃～40℃	3	±1.0℃	-200℃～0℃	STD.	±1.0℃ or ±1.5%
	-200℃～-67℃		±0.015・｜t｜℃			

（1）許容差とは、熱起電力を規準熱起電力表によって換算した温度から、測温接点の温度を引いた値の許される最大限度をいう。

（2）ASTM の許容差は℃または測定温度の%のどちらか大きな値とする。

（3）|t| は＋、−の符号に無関係な温度（℃）で示される測定温度である。

（4）クラス1,2,3 は旧JIS の0.4, 0.75, 1.5 級にほぼ対応する。

（5）JIS規格はIEC,BS,DIN規格と一部を除き、同一である。

（6）JIS C 1605 の許容差はJIS C 1602 と全く同一である。

（7）ASTM 規格は旧 ANSI 規格である。

（8）ASTM 規格の許容差は、ユーザに配達される新しい素線にのみ当てはまり、使用による特性の変化は考慮外である。

（9）ASTM 規格において、タイプ E 熱電対のクラス STD. の許容差は、シース熱電対には適用されない。シース熱電対の場合は、0～870℃において±2.2℃または 0.75%の大きい方、-200～0℃において±2.2℃または 2%の大きい方が適用される。

9.4 測温抵抗体規準抵抗値表

表-17 JIS C 1604-1997/ IEC 60751-2008 規準抵抗値表

Pt100Ω at 0℃　　R100/R0=1.3851　　単位 Ω　　ITS-90

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	18.52										
-100	60.26	56.19	52.11	48.00	43.88	39.72	35.54	31.34	27.10	22.83	18.52
0	100.00	96.09	92.16	88.22	84.27	80.31	76.33	72.33	68.33	64.30	60.26
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	100.00	103.90	107.79	111.67	115.54	119.40	123.24	127.08	130.90	134.71	138.51
100	138.51	142.29	146.07	149.83	153.58	157.33	161.05	164.77	168.48	172.17	175.86
200	175.86	179.53	183.19	186.84	190.47	194.10	197.71	201.31	204.90	208.48	212.05
300	212.05	215.61	219.15	222.68	226.21	229.72	233.21	236.70	240.18	243.64	247.09
400	247.09	250.53	253.96	257.38	260.78	264.18	267.56	270.93	274.29	277.64	280.98
500	280.98	284.30	287.62	290.92	294.21	297.49	300.75	304.01	307.25	310.49	313.71
600	313.71	316.92	320.12	323.30	326.48	329.64	332.79	335.93	339.06	342.18	345.28
700	345.28	348.38	351.46	354.53	357.59	360.64	363.67	366.70	369.71	372.71	375.70
800	375.70	378.68	381.65	384.60	387.55	390.48					

表-18 JIS C 1604-1989 規準抵抗値表

JPt100Ω at 0℃　　R100/R0=1.3916　　単位 Ω　　IPTS-68

℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-200	17.14										
-100	59.57	55.44	51.29	47.11	42.91	36.68	34.42	30.12	25.80	21.46	17.14
0	100.00	96.02	92.02	88.01	83.99	79.96	75.91	71.85	67.77	63.68	59.57
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	100.00	103.97	107.93	111.88	115.81	119.73	123.64	127.54	131.42	135.30	139.16
100	139.16	143.01	146.85	150.67	154.49	158.29	162.08	165.86	169.63	173.38	177.13
200	177.13	180.86	184.58	188.29	191.99	195.67	199.35	203.01	206.66	210.30	213.93
300	213.93	217.54	221.15	224.74	228.32	231.89	235.45	238.99	242.53	246.05	249.56
400	249.56	253.06	256.55	260.02	263.49	266.94	270.38	273.80	277.22	280.63	284.02
500	284.02	287.40									

9.5 測温抵抗体の許容差

表-19 測温抵抗体の許容差

公称抵抗値	クラス (階級)	許容差 (℃)	JIS C 1604 IEC 751-1983	IEC 60751-2008		ASTM E 1137
				巻線抵抗素子	薄膜抵抗素子	
			温度範囲 (℃)			
Pt 100Ω at 0℃ (R100/R0=1.3851)	AA	± (0.1+0.0017 |t|)	-	-50～250	0～150	-
	A	± (0.15+0.002 |t|)	-200～500	-100～450	-30～300	-
		± (0.13+0.0017 |t|)	-	-	-	-200～650
	B	± (0.3+0.005 |t|)	-200～500	-196～600	-50～500	-
		± (0.25+0.0042 |t|)	-	-	-	-200～650
	C	± (0.6+0.01 |t|)	-	-196～600	-50～600	-

備考

（1）IEC 60751は2008年に発行された最新版を示しました。JIS C 1604は1997年発行で、IEC751-1983と同一です。

（2）IEC 60751には、抵抗素子のみの許容差の規定が設けられています。詳細は規格をご覧下さい。

9.6 主に適用される規格一覧

表-20 適用規格一覧

種類	国名	規格	番号	年度	規格名称
熱電対	日本	JIS	C 1602	1995	熱電対（Thermocouples）
熱電対	日本	JIS	C 1605	1995	シース熱電対 (Mineral insulated thermocouples)
熱電対	国際	IEC	60584-1	1995	Thermocouples Part 1:Reference Tables (Ed.2.0b:1995)
熱電対	国際	IEC	60584-2	1982	Thermocouples Part 2: Tolerances (Amd.1 Ed.1.0b:1989)
熱電対	国際	IEC	61515	1995	Mineral insulated thermocouple cables and thermocouples (Ed.1.0b:1995)
熱電対	米国	ANSI/ ISA	MC96.1	1982	TEMPERATURE MEASUREMENT THERMOCOUPLES (最終年版：1982→ASTM E230へ移行) ISAその後改訂無し、温度目盛：IPTS-68
熱電対	米国	ASTM	E230	2012	Temperature-Electromotive Force(EMF)Tables for Standardized thermocouples
熱電対	米国	ASTM	E608	2006	Standard Specification for Metal-Sheathed Base Metal Thermocouples (Reaproved-2004)
熱電対	英国	BS	4937	廃止	Part1～ Part8:Reference Tables (BS EN 60584-1へ移行)
熱電対	英国	BS EN	60584-1	1996	Thermocouples Part 1:Reference Tables
熱電対	英国	BS EN	60584-2	1993	Thermocouples Part 2:Tolerances
熱電対	英国	BS EN	61515	1996	Mineral insulated thermocouple cables and thermocouples
熱電対	独国	DIN	43710	廃止	Measurement and control; electrical temperature sensors; Reference Tables （最終年版：1985）
熱電対	独国	DIN	43721	1980	Measurement and control; electrical temperature sensors; mineral insulated thermo cables and mineral insulated thermocouples
熱電対	独国	DIN EN	60584-1	1996	Thermocouples Part 1:Reference Tables
熱電対	独国	DIN EN	60584-2	1994	Thermocouples Part 2: Tolerances
熱電対	独国	DIN EN	61515	1996	Mineral insulated thermocouple cables and thermocouples
補償導線	日本	JIS	C1610	2012	熱電対用補償導線 (Extension and compensating cables for thermocouples)
補償導線	国際	IEC	60584-3	2007	Thermocouples Part 3 : Extension and compensating cables-Tolerance and identification system (Ed.2.0b:2007)
補償導線	英国	BS EN	60584-3	2008	Thermocouples Part 3:Extension and compensating cables-Tolerance and identification system
補償導線	独国	DIN EN	60584-3	2008	Thermocouples Part 3:Extension and compensating cables-Tolerance and identification system
測温抵抗体	日本	JIS	C 1604	1997	測温抵抗体（resistance thermometer sensors）
測温抵抗体		JEM	1252	2000	回転電気機械用白金測温抵抗体(回転電気機器用測温抵抗体:銅測温抵抗体の規格が1991年版まで存続)
測温抵抗体	国際	IEC	60751	2008	industrial platinum resistance thermometer sensors (Amd 2.Ed2.0b:2008)
測温抵抗体	米国	SAMA	RC21-4	1966	temperature-resistance values for resistance thermometer element of platinum, nickel and copper
測温抵抗体		ASTM	E1137	2004	Standard Specification for industrial Platinum Resistance Thermometers
測温抵抗体	英国	BS EN	60751	2008	Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors
測温抵抗体	独国	DIN	43760	廃止	Electrical temperature sensors; resistance tables for sensing resistors for resistance elements (最終年版:1987→DIN EN 60751へ移行)
測温抵抗体	独国	DIN EN	60751	2009	Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors
その他	日本	JIS	Z 8704	1993	温度測定方法-電気的方法 (Temperature measurement-electrical methods)
その他		JIS	Z 8710	1993	温度測定方法通則 (Temperature measurement-general requirement)
その他	米国	ASME	PTC 19.3	1974	Part3:Temperature Measurement (instruments and apparatus) reaffirmed 1986
その他		ASTM	E644	2004	Standard test Method for Testing industrial Resistance Thermometers
その他	英国	BS	1041-3	1989	Part3:Guide to selection and use of industrial Resistance Thermometers
その他		BS	1041-4	1992	Part4:Guide to selection and use of thermocouples

備考：弊社で所有していない規格もあるため、本データの規格発行年は参考にとどめてください。

１０． 営業部門問い合わせ先

神戸営業部/国際部
/〒651-0087 神戸市中央区御幸通3丁目1-3
TEL(078)251-8200 FAX(078)251-8210
東京/〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町18-3
TEL(03)5641-0200 FAX(03)5641-9100
茨城/〒310-0803 茨城県水戸市城南2丁目1-20
TEL(029)-300-1770 FAX(029)300-1774
千葉/〒290-0056 千葉県市原市五井2437-2
TEL(0436)24-3594 FAX(0436)24-3694
横浜/〒290-0056 横浜市中区南仲通3丁目32-1
TEL(045)227-1071 FAX(045)227-1074
北関東/〒360-0037 埼玉県熊谷市筑波1丁目181
TEL(048)529-2611 FAX(048)529-2613
名古屋/〒460-0003 名古屋市中区錦2-15-22
TEL(052)202-5230 FAX(052)202-5822
京都/〒607-8080 京都市山科区竹鼻竹ノ街道町10
TEL(075)595-5771 FAX(075)595-5772
大阪/〒550-0001 大阪市西区土佐堀2-2-4
TEL(06)6447-2610 FAX(06)6447-2611
高砂/〒675-0064 兵庫県加古川市加古川町溝之口510番51号
TEL(079)457-5007 FAX(079)454-5589
岡山/〒700-0821 岡山市北区中山下1丁目2-3
TEL(086)223-3465 FAX(086)223-0962
広島/〒730-0013 広島市中区八丁堀5-23
TEL(082)223-0888 FAX(082)227-7235
北九州/〒802-0005 北九州市小倉北区堺町2丁目1-1
TEL(093)521-5300 FAX(093)521-50
長崎/〒852-8004 長崎市大黒町11-8
TEL(095)825-5337 FAX(095)825-5227

温度センサ・温度伝送器に関わる件でお困りの際はご連絡ください。
通常の営業時間は午前8:55～午後5:40です。工場は午前8:30～午後5:00です。
インターネット上に当社のホームページを開設しています。

URL：http://www.okazaki-mfg.com/indexj.html
E-mail：jp-sales@okazaki-mfg.com

当社製品の保証について

当社製品は、社内基準に基づき適切な社内検査を
実施しておりますが、万一不適合発生の節は、
その状況をご確認の上、
最寄りの支店・営業所までご連絡ください。

保証期間

製品の保証期間は、納入後1ヶ年とします。

保証範囲

上記保証期間中に当社の責により不適合が発生した場合は、
その製品の交換、または修理を行います。
ただし、つぎに該当する場合は、この保証の対象範囲外とします。

① 不適当な取扱い、使用による場合。
② 不適合の原因が納入品以外の事由による場合。
③ 当社以外の改造・修理による場合。
④ 使用目的・用途が消耗品的な場合。
⑤ その他、天災・災害による場合。

なお、ここでいう保証は製品単体の保証を意味するもので、
納入品の不適合により誘発される損害については
免責とさせていただきます

株式会社　岡崎製作所

取扱説明書　温度センサ
発行：　株式会社岡崎製作所
作成：　本社工場技術開発部
　　東京技術部
TD-1001　初版　　：1992年10月 1日
TD-1001a 書換版　：2013年01月30日
　　Rev 0.4 ：2013年08月12日